DELL' OTTICA.

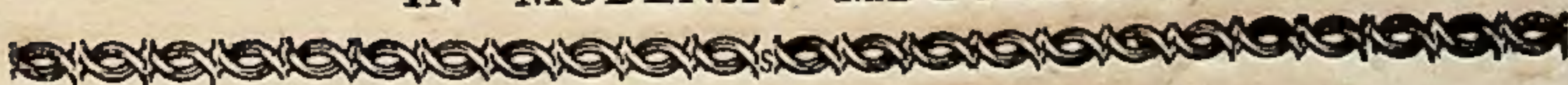
Risponderà

IL MARCHESE

GABRIELLE MALASPINA

VERONESE

CONVITTORE NEL COLLEGIO DE' NOBILI DI MODENA.

IN MODENA. MDCCLXXXII.

PRESSO LA SOCIETA' TIPOGRAFICA.

Con licenza de' Superiori.

Per ſervire al coſtume ſi difenderanno ſecondo la maniera Accademica le Propoſizioni poſte ſotto i Numeri III., L., e LVI. In tutto il reſto ſi proveranno i Teoremi, ſi ſcioglieranno i Problemi, e ſi ſpiegheranno i Fenomeni, a piacere di chi lo addimandi.

COLLA DIREZIONE

DELL' AB. GIAMBATISTA VENTURI

P. O. Profeſſore di Filoſofia e Matematica nell' Univerſità, ed Iſtitutore di Scienze Naturali nel Collegio de' Nobili.

Nella Sala dell' Univerſità

Il giorno di Luglio dell' Anno 1782.

Hail holy light, offspring of Heav'n firstborn!
Or of th' Eternal coeternal beam!
May i express thee unblamed? Since God is light,
And never but in unapproached light
Dwelt from eternity, dwelt then in thee,
Bright effluence of bright essence increate!
Or hear'st thou rather ethereal stream,
Whose fountain who shall tell? Before the Sun,
Before the heav'ns thou wert, and at the voice
Of God, as with a mantle didst invest
The rising world of waters dark and deep,
Won from the void and formless infinite.

Milton ParadiseLost. Book III.

VERSIONE ITALIANA.

Salve o del Cielo prima Figlia! o Luce,
Eterno Raggio dell' eterno Sole!
Qual lode insino a Te sorger presuma?
Dio stesso è luce, Dio formossi eterna
Inaccessibil Sede entro il tuo grembo;
In te dunque abitò, Vivo Splendore
Della Lampa vivissima increata!
O se d' Etereo Fiume ami più il Nome,
Chi dirà le tue Fonti? E pria del Sole
Eri e pria delle Sfere; ed alla Voce
Di Dio, qual veste fulgida, il nascente
Mondo ammantasti ancora umido e oscuro,
Tratto allor dell' immenso informe Abisso.

DELL' OTTICA.

LA Scienza Ottica, entrando fra le varie parti delle noſtre Cognizioni ed Induſtrie, da altre riceve e ad altre somminiſtra a vicenda e nutrimento e vigore: Imperciocchè quel fondo di Eſperienza, che Eſſa trae dalla Fiſica, le vien poſcia preparato e filtrato e quaſi direi condito dalla Matematica; la quale ſentendoſi quì più forte che altrove, ha cominciato fin dai tempi di Euclide a prendere queſta materia ſotto la ſua particolare conſiderazione e dominio. *In* compenſo poi l' Ottica dopo eſſere divenuta il principale ſoſtenimento dell' Aſtronomia

mia e della Pittura, dopo aver fatto germogliare ſotto lo ſguardo del Naturaliſta indagatore un mondo prima incognito a lui, è giunta con uno de' ſuoi Rami per ſino a metter capo nella Metafiſica, aprendo nel ſenſo il più ſpirituale d'ogn'altro la via per introdurſi negli oſcuri labirinti dello Spirito Umano. Alcuni dei fondamenti di una tale Scienza volendo noi quì ſviluppare e dimoſtrare, ricercheremo in primo luogo quali principj riſultino dall' eſame delle tre ben note condizioni della Luce, diretta cioè, ripercoſſa, e rifratta: In ſecondo luogo poi moſtreremo la fruttuoſa applicazione dei già ſtabiliti principj alla teoria della Viſta ed alle varie macchine inſervienti al comodo od al piacere dell' uomo.

PARTE PRIMA.

I. NOn ſiavi chi pretenda vedere quì, come per baſe di tutto il Trattato, fiſſate le opinioni dei Filoſofi intorno a ciò *che ſia la Luce?* Se ſia Eſſa ſoſtanza od accidente; ſe un effluvio corporeo od una vibrazione dell' etere od una preſſione; ſe abbia la ſteſſa natura col Fuoco; ſe unita coll' Acqua abbia formata la Terra e cavati di mezzo all' Acque i gran Continenti; o ſe piuttoſto abbia colla ſua unione diſciolta la Terra cambiandola in Acqua od in Aria. Quando a noi ſia conceſſo di alzare liberamente la voce in mezzo allo ſtrepito che tali quiſtioni fan tuttora nel Mondo, dobbiam confeſſare che nella Logica non ritroviamo finora maniera di argomento valevole ad acchetarle, ſe non la confeſſione della noſtra Ignoranza: e nello ſteſſo tempo non poſſiamo diſſimulare il grave diſguſto, che recanci ſimili Teorie, arbitrarie tutte, Ipoteti-

tiche, imaginarie, Figlie d'una Filosofia mal sana; la quale, come dicea Bacone, s'arroga di anticipare sulla Natura, e impaziente di cercarne l'Interpretazione vera per la via lunga e penosa dell'Induzione legittima, supplisce all' Esperienza colla Fantasia, cambia il possibile col reale, afferra le deboli conghietture come dimostrazioni, e da poche circostanze particolari precipita le conseguenze più generali; capace soltanto di abbagliar l'animo del popolo con *un fallace lampo di scienza*, e di occupare il tempo e le Scuole col Caos di interminabili Dispute inutili affatto a sostener l' arte od a migliorare la pratica. A dir tanto ci anima e la verità stessa, e l'esempio de' Geometri i quali dimostrando le varie proprietà dell' Estensione, pur lasciano ai Sofisti la cura di altercare sulla natura di lei. Ben disse *un dotto* Meccanico (*). " In hoc solummodo omnis scientia consistit, ut " ex quibusdam proprietatibus sensui no-
" tis

(*) Balian. de Motu. Lib. 2.

„ tis plures ignotæ deducantur & pate-
„ fiant, ut in praxi apud Euclidem &
„ & alios, qui veras & ſimplices ſcien-
„ tias tractant, videre eſt: unde nec
„ agit Geometra de natura quantitatis,
„ nec Muſicus de natura ſoni, nec Per-
„ ſpectivus de natura luminis, nec Me-
„ chanicus de natura ponderis.

II. A chi per altro ſi forma piacer delle Ipoteſi non vogliam contraſtare il ſuo guſto; baſta poi, che non pretenda combattere colle medeſime i Fatti e le conſeguenze dei Fatti; dovendo piuttoſto eſſer ſua cura di modellare l'Ipoteſi in guiſa che non diſcordi da alcun Fatto nè da alcuna conſeguenza dei Fatti. Intanto ſi potrà quì aſſumere come verità d'Eſperienza: che la luce propagaſi per linee rette tutt'all' intorno da qualunque punto lucido come da centro; la quale propagazione rettilinea luminoſa eſprimeſi comunemente col nome di *Raggio di luce*. Ciò preſuppoſto, le noſtre ricerche intorno alla luce diretta ſi reſtringeranno a due Oggetti, il primo de'

quali ſarà la Velocità, ed il ſecondo la Miſura della luce.

III. Per ciò che ſpetta alla Velocità; le Eccliſſi dei Satelliti di Giove, e l'Aberrazion delle Fiſſe hanno inſegnato ai Filoſofi, che un Raggio di luce, quand'è uſcito dal punto luminoſo, non balena tutto in iſtante da un'eſtremità all'altra della ſua lunghezza, ma propagaſi con movimento ſucceſſivo a ſucceſſive diſtanze dal centro: e queſta propagazione ſi fa con tale velocità, che la luce giunge dal Sole a noi nello ſpazio di otto minuti primi all'incirca: Finalmente ſe conſultiamo i Fenomeni ſteſſi, pare che la velocità ſi conſervi la medeſima sì nelle varie diſtanze dal punto luminoſo, sì nelle varie claſſi di Raggi eterogenei (*).

IV. Intorno alla Miſura della luce ſi è più d'ogn'altro eſercitato con lode il Sig. Bouguer (**). Per aver una Scala dei varj gradi del lume, la quale non rimanman-

(*) V. Tranſactions Vol. 48. part. 1. n. 38.
(**) Gradations de la lumiere an. 1760.

manga ſoggetta alla incoſtanza ed incertezza delle noſtre più equivoche ſenſazioni, porremo col medeſimo Autore i ſeguenti due principj. Primo, quando il reſto ſia pari, la Forza della luce ſta in ragione del numero dei punti luminoſi da' quali ſorte.

V. Secondo; la Forza della luce, quando il reſto ſia pari ſta in ragione inverſa duplicata delle diſtanze dal corpo luminoſo. Nè ciò proveremo ſolamente colla volgare aſtratta dimoſtrazione, ma colle Eſperienze ancora del *Sig.* Lambert (*).

VI. Deſcriveremo quindi l'Iſtromento con cui dipendentemente dagli Stabiliti due principj il Sig. Bouguer miſurava nei varj corpi l'Intenſion della luce; avendo eſſo in tal guiſa formato come un *lucimetro*.

VII. Perchè per altro un tale Iſtromento ſi poſſa impiegar con profitto, è duopo diſtinguere l'una dall'altra, e vedere la ſcambievole dipendenza delle tre Quanti-

(*) Photometriæ c. 2.

tità ſeguenti: 1. Intenſion della luce nel corpo luminoſo: 2. Quantità aſſoluta della luce vibrata da eſſo corpo: 3. Illuminazione prodotta dal medeſimo corpo a diverſe diſtanze.

VIII. Per applicare ad alcun particolare eſempio la fin quì deſcritta Miſura del lume, determineremo per ultimo; ſe la faccia del Sole ſia più lucida verſo il centro del ſuo deſco, che verſo l'orlo? Intorno alla quale quiſtione tutti i calcoli inutilmente impiegati da' Sigg. Euler (*) e *Lambert dimoſtrano* ſolo, quanto facilmente le noſtre ſpeculazioni conducano lungi dal vero, ove non ſieno quaſi ad ogni paſſo dirette e ſoſtenute dall' Eſperienza.

IX. Paſſando ora a trattar della Luce rifleſſa: chi avrà meditato a dovere ſulla propoſizione ottava della terza parte del ſecondo libro dell' Ottica di Newton, e non ſull' ultimo ſolo degli argomenti ivi recati, ma ſu gli altri precedenti ancora, dovrà alla fine concludere; che la

Ri-

(*) Euler. Academie de Berlin. an. 1750. Lambert, ſopra.

Rifleſſion della luce (per la maſſima parte almeno) non ſi effettua col mezzo d' un' urto immediato de' Raggi contro alle parti ſolide dei corpi, ſecondo che volgarmente ſi crede: qualunque ſiaſi poi la ragion vera di un tale Fenomeno, di cui egualmente che della Rifrazione potremo forſe aſſegnare la cauſa, allor quando avrem più nota la natura del lume.

X. Eſaminiamo dunque le leggi del Fenomeno ſenza volerne al ſolito immaginare la cauſa, che non ſi vede. Primieramente in uno Specchio piano la luce rifletteſi in guiſa, che l' angolo di rifleſſione e d' incidenza giacciono nel medeſimo piano e ſono eguali tra loro. Onde in tale ſpecchio il Foco d' Irradiazione e quello di Rifleſſione corriſpondente ſi trovano ſempre nella ſteſſa linea perpendicolare allo ſpecchio, reſtando uno di ſopra e l' altro ſotto al medeſimo ſpecchio, ma a diſtanze eguali.

XI. Queſto generale Teorema conduce poi a dimoſtrare in particolare le varie paſſio-

ſioni dei Raggi che ripercotonſi da uno Specchio piano, non ſolo paragonando il Raggio ripercoſſo coll' incidente, ma confrontando ancora i ripercoſſi fra loro. Confrontandoli poi finalmente collo ſpecchio, ſi vede che il moto angolare del Raggio ripercoſſo è doppio del moto angolare dello Specchio.

XII. Dopo gli Specchj piani ſi preſentano gli sferici, ſi può dire quei ſoli curvi che l' arte abbia finora potuto eſeguire con eſattezza. In tali Specchj (ſieno *concavi o conveſſi*, *la Teoria* generale è la ſteſſa per tutti) fa duopo conſidedare in primo luogo i Raggi, che vengono viciniſſimi all'Aſſe, e poſcia i più lontani. I Raggi viciniſſimi all' Aſſe o vengono paralleli, o vengono inclinati fra loro. Se vengono paralleli, il loro Foco di Rifleſſione ſarà diſtante dallo Specchio per la metà del ſuo Semidiametro.

XIII. *Se allo Specchio* o concavo o conveſſo vengono i Raggi bensì viciniſſimi all' Aſſe, ma inclinati fra loro in guiſa

d'a-

d'avere il loro Foco d'Irradiazione full' Affe; in tal cafo anche il Foco di Rifleffione farà pofto full'Affe, e le diftanze di quefti due Fochi dal Centro e dallo Specchio faranno fra loro in proporzione.

XIV. I Raggi che cadono fullo Specchio sferico lontani dall'Affe e paralleli a lui, dopo la Rifleffione vanno per una linea, l'incontro della quale coll'Affe rimane più vicino allo Specchio che non l'incontro della linea de' più vicini. E perciò in uno Specchio sferico, il quale comprenda molti gradi, il Foco di Rifleffione non può effere un punto folo.

XV. Affine di rintracciare dove s'unifcano per la Rifleffione due Raggi, che cadono fullo Specchio sferico, viciniffimi tra loro, ma diftanti dall' Affe, giova offervare: che le Diftanze dei loro due Fochi (d'Irradiazione cioè e di Rifleffione corrifpondente) dal punto d'Incidenza e dal punto in cui cadono le perpendicolari condotte dal centro, che quefte quattro quantità formano una proporzione.

XVI.

XVI. In tal guisa si determina facilmente qual sia la Curva in cui si dispongono tutti i Fochi consecutivi dei Raggi che vengono paralleli a cader sopra uno Specchio sferico; della qual curva la natura s'ascose per miracolo al Sig. Barrovv, e fu poscia spiegata pienamente dal Sig. Tschirnausen. Essa è una Epicicloide, il di cui Cerchio generatore ha per Diametro la quarta parte di quel dello Specchio; e la di cui base è un altro Cerchio avente per Diametro la metà *di quel dello Specchio*.

XVII. Ma quantunque i Raggi cadenti sopra uno Specchio sferico concavo sieno da questo raccolti in una infinità di Fochi diversi; pure se lo Specchio è un Segmento di pochi gradi, tutti que' Fochi si allontanan pochissimo dal Foco principale, da quello cioè dei vicinissimi all' Asse. Ivi dunque si avviverà una luce intensissima; e se i Raggi sieno oltre alla luce apportatori anche di calore, questo crescerà ivi a dismisura. Donde

de ſi apre luogo a favellare dei miracoli che ſi vantano operati dagli Antichi col mezzo degli Specchj Uſtorj, di quelli effetti ſorprendenti che ne hanno di fatto ottenuto i Moderni, e dell'utile che le arti ne poſſon ritrarre col rinforzare o portar lungi ſecondo l'opportunità o la luce od il Fuoco.

XVIII. E appunto perchè vogliamo ſempre aver occhio alla Pratica ed all'Arte, ci offriamo di ſpiegare inoltre la maniera con cui ſoglionſi formare, ugualiare, ed illuminare gli Specchj ordinarj di vetro sì piani che sferici.

XIX. Deſcriveremo indi con qual procedimento ſi formino di metallo i medeſimi Specchj, e paragonando queſti con quelli di vetro, eſamineremo quali ſieno i loro ſcambievoli o difetti o vantaggi.

XX. Finalmente ſulla ſcorta del Sig. Bouguer moſtreremo, come ſi poſſa miſurare la quantità della Luce riflettuta da uno Specchio; e come confrontandone i varj gradi con quelli della Luce diret-

tamente caduta ſul medeſimo Specchio, riſultino diverſe proporzioni fra i Gradi di queſte due luci, ſecondochè variano o gli angoli d'Incidenza o le ſoſtanze ond'è compoſto lo Specchio.

XXI. E ciò baſti dei principj, che riſguardano la Rifleſſion della luce. La Rifrazione eſſa pure o ſi conſidera nei diverſi angoli d'Incidenza, o nelle diverſe materie Rifrangenti. Nei diverſi angoli d'Incidenza ſul confine delle ſteſſe materie, dopo gli inutili tentativi di Keplero, lo *Snellio ha trovato* coll'Eſperienza, che la Rifrazione de' Raggi omogenei ſuccede ſempre in guiſa, che i Seni d'Incidenza e di Rifrazione conſervano una coſtante proporzione fra loro.

XXII. Nelle diverſe materie la Rifrazione ſi fa col piegare del Raggio verſo la perpendicolare più o meno, ſecondo che eſſo entra in un corpo il quale ecceda più o meno in denſità od in Flogiſto il mezzo donde il Raggio veniva. Uſcendo poi il Raggio dal medeſimo corpo

nel

nel mezzo di prima, esso discostasi dalla perpendicolare in guisa che il Raggio Incidente ed il Rifratto si possono reciprocare fra loro.

XXIII. Stabilite queste due verità d'Esperienza, tutto il resto che spetta alla Rifrazione de' Raggi omogenei non è più che un'affare di raziocinio dipendente dalle medesime due verità. Affine però di proceder con metodo, gioverà anche per la Rifrazione considerare prima le Superficie piane, poi le sferiche. Nelle Piane se i Raggi vengono paralleli, anche dopo la Rifrazione andran paralleli fra loro.

XXIV. Nelle medesime superficie Piane se i Raggi omogenei vengono inclinati fra loro, dal loro Foco d' Irradiazione si conduca un' Asse perpendicolare alla superficie rifrangente. Il Raggio incidente ed il rifratto corrispondente presi ciascuno tra l'Asse e la Superficie staranno fra loro, come nella stessa Superficie sta il Seno d' Incidenza a quello di Rifrazione corrispondente.

XXV. Abbia ora la Superficie rifrangente una forma sferica, e vengano in primo luogo a cadere ſopra la medeſima i Raggi paralleli fra loro. La porzione di ciaſcun Raggio rifratto preſa fino al ſuo incontro coll'Aſſe ſta alla porzione dell' Aſſe preſa tra l'incontro ed il Centro, come in una tal Superficie il Seno d'Incidenza ſta a quello di Rifrazione corriſpondente.

XXVI. Donde ſi apre luogo a vedere: qual ſia in generale l'azione delle Superficie rifrangenti concave o conveſſe ſopra i Raggi paralleli: qual ſia in una Superficie sferica la diſtanza del Foco principale, di quello cioè a cui dopo la Rifrazione ſpettano i Raggi viciniſſimi all'Aſſe: qual ſia il punto d'unione dei Raggi lontani dall'Aſſe: e come finalmente la maggior curvatura della Superficie rifrangente opera con maggior efficacia ad alterare la direzione dei Raggi; i quali in tutto ciò ſi ſuppongono ſempre cadere ſulla Superficie paralleli fra loro.

XXVII.

XXVII. O la ſuperficie sferica rifrangente rivolge il conveſſo ai Raggi che vengono paralleli, o rivolge il concavo. Nell' uno di queſti caſi tanto è diſtante il Foco principale dal Centro quanto nell'altro caſo il medeſimo Foco è diſtante dalla Superficie.

XXVIII. Vengano in ſecondo luogo a cadere ſopra la Superficie sferica rifrangente i Raggi inclinati fra loro in guiſa d'avere un comune Foco d'Irradiazione: dopo eſſere rifratti apparteranno ad un altro punto, che ſarà il Foco di Rifrazione corriſpondente. E queſto Foco di Rifrazione ſi troverà ſull'Aſſe, ſe ſi rifletta: che le Diſtanze del Foco d'Irradiazione dal Foco principale dei paralleli oppoſti, dalla Superficie sferica, dal Centro, dal Foco di Rifrazione corriſpondente, che queſte quattro diſtanze ſono tra loro in proporzione.

XXIX. Determinata in tal guiſa la Rifrazione d'una ſola Superficie sferica, paſſiamo a determinarla in due Superficie, vale a dir nelle Lenti. Se la Lente è

una

una sfera perfetta, il Foco principale (quello cioè dei Raggi paralleli e vicinissimi all' Asse) si avrà colla seguente proporzione: Come il Seno d' Incidenza sta a quello di Rifrazione, così la distanza del Foco dal Centro sta alla distanza del Foco stesso dalla metà del Semidiametro. Se la sfera è di vetro comune, la Distanza Focale sarà circa la metà del Semidiametro; se la sfera è d'acqua, la detta distanza sarà il semidiametro intero.

XXX. *Se la Lente è formata con due Segmenti di sfera*, quando sia noto il Semidiametro di ciascuna delle due Superficie, sarà per lo Num. XXVI. nota anche la Distanza del Foco principale della seconda di esse. Chi brama sapere la distanza del Foco principale di tutta la Lente, faccia: Come la somma (o la differenza) dei Semidiametri delle due Superficie sta al Semidiametro della prima; così la Distanza del Foco principale della seconda sta al quarto termine, che sarà esso la Distanza cercata del

Fo-

Foco principale di tutta la Lente. Trascurata quì e sempre la grossezza della Lente.

XXXI. Ma potrebbe taluno viceversa ricercare, che data una faccia della lente si determini l' altra faccia in guisa d'ottenere una data distanza di Foco. Questa pure si troverà quando si faccia: Come la Differenza delle Distanze Focali della Faccia nota e di tutta la Lente sta alla medesima distanza focale di tutta la Lente; così il Semidiametro della Faccia nota sta al Semidiametro della Faccia ricercata.

XXXII. Questo, quando i Raggi cadono sulla lente paralleli e vicinissimi all' Asse della medesima. Se i Raggi vengono paralleli tra loro ma per una direzione diversa dall' Asse; allora avvene sempre uno il quale, anche dopo esser passato attraverso alla Lente, conserva la medesima direzione. Imperciocchè in ogni Lente vi è sull' Asse un punto, per cui se un Raggio passa con una direzione qualunque, esso esce dalla Lente parallelo a quella

la linea che avea corsa prima d'entrare.

XXXIII. Quindi si prova facilmente, che il Foco dei Raggi, i quali vengono sulla Lente non troppo obbliqui all'Asse, si trova all' incirca alla medesima distanza col Foco principal della Lente.

XXXIV. Che succederà Egli finalmente, se i Raggi non vengono alla Lente paralleli tra loro, ma inclinati in maniera di appartener tutti ad un comune Foco d'Irradiazione? La Distanza del loro Foco di *Rifrazione* corrispondente sarà la terza proporzionale continua dopo le due distanze del Foco d'Irradiazione dal Foco principale, e dalla Lente.

XXXV. Per Analogia a quanto si è sopra eseguito in riguardo agli Specchi, terminata già la Teoria fondamentale delle Lenti, si esporrà l'Arte di formarle di vetro, digrossandole prima e poi raffinandole e finalmente lustrandole; seguendo in ciò principalmente gli insegnamenti del Sig. Huighens nel suo egre-

gio

gio Trattato *De formandis poliendisque vitris ad telescopia*.

XXXVI. Si è detto essere già terminata la Teoria fondamentale delle Lenti; ma non è già terminata per questo la Teoria della Rifrazione: Sarebbe ora aperto il campo a parlare della diversa Rifrangibilità dei Raggi della luce; dei diversi colori che ne sorgono; della Forza che hanno i corpi di separare un genere di Raggi dall' altro; e finalmente di tutte quelle maraviglie che ci à svelate l' Ottica di Newton nel primo libro e più ancor nel secondo; meraviglie le quali per la massima parte son verità d' immediata esperienza, e però non potranno mai esser distrutte dagli inesattissimi raziocinj degli odierni Amator di Sistemi. Ci siamo noi pure esercitati con piacere in questa amenissima provincia dell' Ottica, e ne graverebbe assai, che alcune circostanze ci abbiano tolto il comodo di quì esporla, se d' altronde non avessimo veduta questa parte che tratta dei Colori spiegata in quest' anno me-

desimo in questo Liceo stesso dal Ch. P. Moreni colla sua consueta maestria e chiarezza.

PARTE

PARTE SECONDA.

XXXVII. TRe saranno i principali argomenti di questa seconda parte: La formazion delle Imagini; la virtù visiva dell' Occhio; e gli Istromenti Diottrici inservienti a perfezionare la vista. Potranno quì gli Ingegni più morbidi consolarsi alcun poco della aridità che sarà forse a loro sembrato di ritrovare in alcuni dei Principj stabiliti nella prima parte, perchè assoggettati al rigor Geometrico. Ma si può egli altrimenti possedere la Scienza dell' Ottica? Possederla dico e non sfiorarla soltanto nella Superficie, per non esporsi a camminar poi sempre al lume infedele d' una mal definita esperienza, confondendo tra loro sovente il vero il sospetto e l' errore. L' Ottica intera non contiene che otto o dieci verità di pura esperienza; tutto il resto di lei è opera della Geometria.

XXXVIII. Il primo Fenomeno Ottico, che

i Moderni ſul momento di promover la Scienza (*) abbiano cominciato a ſpiegare, è ſtato il delinearſi le Imagini dei Corpi eſterni ſulla parete d' una Camera oſcura, la quale per un ſol Foro accolga i Raggi uſciti dai Corpi ſteſſi. La rettilinea propagazion della luce (num. II.) è la cagione di tali pitture; le quali, quando il Corpo eſteriore preſenti al Foro la ſua ſuperficie parallela alla parete, riuſciranno di figura ſimile all' Originale, quantunque poſta al roveſcio: e quando la parete che le riceve ſia bianca, ſaranno ſimili all' Originale ancor di colore: ſaranno diſtinte, quando il Foro ſia baſtantemente piccolo: e le grandezze lineari dell' Imagine e dell' Originale ſtaranno fra loro come le riſpettive diſtanze dal Foro.

XXXIX. Ingrandendo il Foro della Camera oſcura le Imagini ſi fanno confuſe, per la meſcolanza che naſce della Figura del Foro colla Figura dell' Originale. Pur ſe l' Originale ſia aſſai più gran-

de

(*) Porta Magiæ Natural. lib. 4.

de del Foro, e la Parete molto lontana dal Foro ſteſſo, l' Imagine reſterà ancora baſtantemente ſimile all' Originale in guiſa di farlo riconoſcere. Ond' è poi che i Raggi del Sole entrati per uno Spiraglio di qualſiaſi figura tendono ſempre a rotondarſi in cerchio; il che fu già di meraviglia ai Filoſofi ſino a Keplero (*).

XL. Ma ſe per evitare nella Camera oſcura la confuſione delle Imagini il Foro s' impicciolifce, queſte rieſcono poi languide e ſparute. Or come dunque conciliare tutt' inſieme e diſtinzione e chiarezza alle Imagini? l' Artifizio conſiſte nell' applicare al Foro della Camera una lente conveſſa, il di cui Foco principale cada nel luogo ove ſi vuole formar la pittura. Tuttavia queſt' Artifizio rimane eſſo pure ſoggetto a quattro non iſpregevoli inconvenienti.

XLI. Queſt' è peraltro il meglio che finor poſſa farſi in tale materia: E ſuppoſto queſto, rieſce facile ad intendere la Deſcri-

(*) Kepler Paralipom. in Vitellion. c. 2.

ſcrizione e l' uſo delle volgari *Camere Ottiche*; ſia di quella ſempliciſſima, in cui le Imagini ſono dipinte al roveſcio ſul di dietro della Caſſetta; ſia di quelle, che raddrizzano le Imagini, gettandole all' alto ſul coperchio della Caſſetta medeſima; ſia finalmente di quelle, che le volgono al baſſo ſopra una Tavola Orizzontale con tanto comodo dei Diſegnatori.

XLII. Su i fondamenti ſteſſi della Camera Ottica è pur coſtruita la lanterna Magica del *P. Kirker*, ed il Microſcopio Solare del Sig. Lieberkunn: ma dove quella macchina ſuol rappreſentare impicciolite le Imagini degli Obbietti lontani; queſte all' incontro ſogliono rappreſentare ingrandite le Imagini degli Obbietti vicini, e meritano eſſe pure che ne ſia indicata la coſtruzione e l' uſo.

XLIII. Col mezzo d' un Cannocchiale Aſtronomico ſi può formare un' altra Camera Ottica la quale rappreſenti ingrandite ancor le Imagini degli Obbietti lontani. E queſt' era di fatti il mezzo con

cui

cui gli Astronomi del Secolo passato disegnavano le Ecclissi e le macchie del Sole e della Luna, prima che l'Invenzione del Micrometro li conducesse ad una maniera più esatta e più spedita di osservare.

XLIV. Finalmente si può una Camera Ottica formare ancora col mezzo d'uno Specchio concavo. Imperciocchè se l'Obbietto e la Parete intorno al Foro sono concentrici con uno Specchio concavo, il di cui Foco principale cada sul Foro stesso; si dipingerà sulla parete intorno al Foro un' Imagine simile all' Obbietto esteriore, quantunque posta al rovescio.

XLV. Le Camere Ottiche Artifiziali fin quì spiegate riescono di gran lunga inferiori e per l'esattezza e per l'importanza alla Camera Ottica Naturale dell' Occhio, da cui dipende in noi la Facoltà di vedere. Guidati dall' Anatomia procureremo di sviluppare la tessitura di quest' Organo, che dà l'origine ad un Senso tanto caro all'uomo, descrivendo

una

una per una le sei porzioni principali che lo compongono.

XLVI. Quando ebbero i Filosofi scoperta la somiglianza tra l'Occhio e le Camere Ottiche volgari, si lusingarono tosto alcuni d'essi d'aver compreso il mistero della Visione, imaginando che l'Anima quasi un omicciattolo s'affacci all'estremità del Nervo ottico per considerare sulla Retina la pittura impressavi dal Mondo esteriore. Ma è questo un error grossolano; e noi veggiamo tutt'altro che la pittura delineata sulla Retina.

XLVII. Il volgo poi il quale non si trova fornito nè anche di tanta Filosofia quanta ricercasi per cadere nell'error precedente, crede di vedere i corpi in se stessi, e crede che l'Oggetto immediato della sua Vista sia il medesimo coll'Oggetto immediato del Tatto. Il giudizioso e profondo Vescovo di Kloyne (*) insorse il primo con forza contro un tal pregiudizio, ed a ragione; perchè vi è tan-

(*) Berkeley Theory of vision.

tanta diversità fra l' Oggetto visibile ed il tattile, quanta ne passa fra un Colore ed una Solidità, fra una sostanza costante ed una variabile.

XLVIII. Inoltre il Tatto ritrova ne' suoi Obbietti tre dimensioni, lunghezza cioè larghezza e profondità; ma l' Occhio certamente non conosce da se la distanza che hanno i corpi da noi: e però manca agli Oggetti dell' Occhio una delle tre Misure, la profondità: e però non ponno essi dirsi identici cogli Oggetti del Tatto.

XLIX. Ma come sta dunque, che tutto dì giudichiamo ad occhio delle Distanze de' Corpi da noi? Indicheremo quì in generale le quattro maniere principali, colle quali la nostra Memoria istrutta prima coll' esperienza del Tatto, ed eccitata poi dall' Occhio, per meccanica abitudine ci suggerisce all' opportunità la Conghiettura delle predette distanze. Questa Conghiettura, essendo bene spesso fallace, mutabile, contradittoria, rende inutili affatto le cure, che in passa-

to ſi ſono preſe gli Ottici per mettere a regola di Scienza certa e coſtante, or l' imaginata *Diſtanza* degli Obbietti veduti entro uno Specchio od attraverſo un Corpo rifrangente, or la figura apparente del Cielo, or la Curva che preſenta un viale formato con due file d' alberi paralleli fra loro, or &c.

L. Alcuni profondi Metafiſici hanno avanzate ancora più oltre a danni dell' Occhio le lor pretenſioni. Non vorrebbono eſſi che l' Occhio da ſe diſtingueſſe nè anche l' *eſtenſione di due ſole miſure*, vale a dire nè anche la Superficie; o almeno non permettono che la Figura viſibile poſſa in alcuna maniera paragonarſi nè aſſomigliarſi colla Figura tattile. Queſta pretenſione per altro è un poco ardita, e non ſembra doverſi negare all' Occhio la Facoltà naturale di ſentire una Figura paragonabile e ſimile alla Proſpettiva dei Corpi tattili.

LI. Da ciò ognuno comprenderà facilmente qual ſia per eſſere la noſtra riſpoſta al Problema di Molineux famoſo per le di-

diverſe ſoluzioni recatene dai Metafiſici, le quali ſono ſtate con Accademica finezza ventilate dal Sig. Merian. Cambiando un poco la propoſta del Problema, ſupponiam che ſi chieda: ſe il neoveggente ſia in caſo di riconoſcere ad Occhio ſolo un Quadrato ed un Cerchio da lui conoſciuti prima col Tatto quand' era cieco, e meſſi ora nelle più favorevoli circoſtanze per eſſer riconoſciuti dall' occhio? In tale Ipoteſi incliniamo alla riſpoſta affermativa.

LII. Dalla ſomiglianza dell' Occhio colla Camera Ottica ſi è pure da taluni concluſo che l'Occhio debba naturalmente vedere gli obbietti ſuoi poſti al roveſcio dei Corpi tattili, e che la ſola Eſperienza dei Secondi ſia ſtata per noi la Maeſtra a raddrizzare i primi. Una tal opinione diſcende dall' errore confutato già nel Num. LXVI. Sicchè non la conſuetudine ma la Natura è deſſa, che ci fa ſenz' altra rifleſſione od Eſperienza di Tatto vedere il Mondo viſibile poſto nella ſteſſa maniera del Mondo tattile.

LIII. Segnati così i Confini e la Società tra i due ſentimenti principali dell' Uomo, l' Occhio ed il Tatto, rimane a conſiderare l' Obbietto viſibile in ſe ſteſſo e ſeparato da tutto ciò che il Tatto v' intrude continuamente del ſuo. Quantunque un tale Obbietto viſibile non ſia la Pittura ſteſſa della Retina (Num. XLVI.), quantunque ſia poſto al roveſcio della medeſima (Num. LII.), pur l' Oggetto viſibile è ſimile ad una tale Pittura (Num. L.); e dalle mutazioni che ſuccedono *in queſta*, ſi può con tutta ragione argomentare, quali mutazioni debbano ſuccedere in quello.

LIV. Ora per Analogia di ciò che avviene nella Camera Ottica, ove il Foco della lente cada di quà o di là della parete che debbe ricevere le Imagini, ſi comprende facilmente, come le diverſe diſpoſizioni delle diverſe parti dell' Occhio poſſono alterare la diſtinzione dell' Imagine ſtampata ſulla Retina. Si comprenderà dunque ancora, come una tale alterazione cadendo ſull' Obbietto viſi-

bile

bile produca la diverſità di Viſta ne' Miopi, nei Presbiti ordinarj, e (per formarne anche una terza Claſſe) negli eceſſivamente Presbiti: Si comprenderà parimenti quali ſieno i principali Rimedj a tali Imperfezioni di Viſta.

LV. E perchè uno di tali Rimedj ſi ſuol ripetere dagli Occhiali, nè queſti fan bene, quando non ſieno proporzionati alla Viſta che debbono ajutare: però ad un' Artefice il quale voleſſe formare un Occhiale corriſpondente ad una data Viſta è neceſſario che ſciogliamo il ſeguente Problema. Dati in un Occhio i due Punti della viſione diſtinta, il reale cioè ed il bramato, cercaſi qual debba eſſere la Diſtanza focale della lente da applicarvi?

LVI. Un' Occhio il quale non ſia nè Miope nè Presbita, ha la Facoltà di vedere gli Oggetti diſtinti, quantunque poſti a diverſe diſtanze. Non avviene ciò per una ſemplice reſtrizione della pupilla o per un poco di confuſion traſcurata, come è ſentimento de' Sigg. la Hi-

re,

re, e le Roy (*). Imperciocchè le Osservazioni del Sig. Porterfield (**) provano ad evidenza, che l'Occhio ha un' interno suo Meccanismo, per cui cambiando la propria configurazione trasporta or più vicino or più lontano da se il punto della Visione distinta.

LVII. La Grandezza relativa degli Oggetti visibili tra loro è proporzionata alla Grandezza delle varie Imagini sulla Retina (Num. LIII.). La Grandezza delle Imagini sulla Retina, di quelle specialmente che sono poco lontane dall' Asse dell' Occhio, è proporzionata all' Angolo Ottico, che i Raggi vegnenti dai varj punti dei corpi esteriori comprendon fra loro nell' Occhio. Dunque la Grandezza degli Obbietti visibili è proporzionata essa pure al medesimo Angolo Ottico; qualunque sia la forza delle difficoltà mosse dal Sig. D' Alembert (***) intorno a questo principio.

LVIII.

(*) La Hire. Accidens de la vue. Le Roy Academie des Sciences de Paris an. 1755.

(**) Essay of a Societ. at Edimburg T. III., and IV.

(***) D'Alembert Opusc. Mathem. tom. I. Mem. IX.

LVIII. La permanenza dell' Impreſſione, che i Raggi han fatto ſulla Retina, anche dopo aver eſſi laſciato di percoterla, queſta permanenza è cagione che continui ancora qualche tempo l'Oggetto viſibile nella Mente, dopo che il corpo eſteriore è partito. Queſto Fatto forniſce la ſpiegazione di molti Fenomeni particolari, quali ſono le illuſioni dei Fuochi d'artifizio, l'impercettibilità del moto velociſſimo di un corpo oſcuro in Campo chiaro, i colori apparenti del Sig. Co: Buffon (*), &c.

LIX. E queſti ſono i punti principali che ſi volevan fiſſati intorno alla Teoria della Viſta che faſſi ad Occhio nudo. Dovendo ora parlare della Viſta che ſi ha col mezzo d'uno Specchio o d'una Lente, reſtringeremo quanto ſuole proporſi comunemente, in un Problema ſolo, compreſo eſſo pure in un'altro aſſai più generale, che fu l'ultima fatica dell'Ingegno di Cotes (**). Il Problema è queſto:

De-

(*) Buffon. Academie des Sciences de Paris an. 1743.
(**) Smith Optics. Book. II. ch. V.

Determinare la Grandezza apparente e la Positura di un' Oggetto guardato attraverso ad una Lente o concava o convessa, o guardato sopra uno Specchio o convesso o concavo o piano.

LX. Meritano solo d'essere considerate a parte le Lenti convesse che han vicinissimo il Foco, come quelle che formano il Microscopio semplice tanto amato da' più accurati Osservatori della Natura. Però intorno a queste Lenti ci proponiamo in primo luogo da dimostrare il Teorema seguente: *Se l'Oggetto è posto nel Foco della Lente di un Microscopio semplice, l'Imagine di Esso comparirà distinta e nella sua naturale positura.*

LXI. Indi ci proponiamo da sciogliere questo Problema: *Data la Distanza Focale d'una Lente nel Microscopio semplice, determinare l'Ingrandimento degli Obbietti veduti entro un tal Microscopio, ed il luogo più opportuno dell' Occhio per avere maggior Campo.*

LXII. *Amano alcuni d'impiegare nel Microscopio semplice picciole Sferette di*

ve-

vetro anzichè Lenti: eppure nè il celebre Lewenoeck si serviva di tali Sferette (*); nè buona accoglienza hanno ottenuto dalla Società Reale di Londra i Globetti del P. Torre (**); nè in pari ingrandimento si possono non dirò preferire, ma nè anche metter del pari le Sferette alle Lenti.

LXIII. Dopo le Lenti e gli Specchj semplici vengono le diverse combinazioni dei medesimi mezzi conosciute comunemente sotto il nome di Cannocchiali, di Telescopj, di Microscopj composti. Dei Cannocchiali il primo d'Invenzione è stato il Galileano, e questo sarà pure il primo ad essere spiegato. Per qual ragione adunque in un tale Istromento presentansi le Imagini degli Oggetti distinte e diritte?

LXIV. E come in un Cannocchiale Galileano misurasi l'Ingrandimento delle Imagini stesse?

LXV. E qual è nel medesimo la Misura

 del

(*) Baker Microscop. made easy ch. 2.
(**) Transactions Tom. 56. an. 1766.

del Campo della Visione? e quale la positura dell'Occhio più opportuna ad ottenere il massimo Campo possibile?

LXVI. Il secondo genere di Cannocchiali dicesi Astronomico, perchè suol essere adoperato specialmente nelle Osservazioni celesti, nelle quali importa poco che le Stelle comparìscano rovesciate. In esso pure fa duopo dimostrare come le Imagini degli Obbietti si presentino distinte ma al rovescio.

LXVII. E come parimenti nel Cannocchiale *Astronomico si misuri* l'Ingrandimento delle Imagini.

LXVIII. E qual sia nel medesimo la Misura del Campo della Visione; quale la positura più opportuna dell'Occhio, perchè un tal Campo riesca il massimo possibile; e quale per l'ordinario sia la Differenza tra il Campo de' Cannocchiali Astronomici e quello de' Galileani.

LXIX. I Cannocchiali comuni composti di quattro Lenti convesse formano un terzo genere, il quale riunisce in se stesso gran parte delle buone qualità dei due

ge-

generi precedenti; giacchè presentano le Imagini distinte e ingrandite; le presentano diritte come il Galileano; e in un Campo grande come l'Astronomico.

LXX. Tra i Telescopj il Sig. Short ha messo in voga specialmente quello del Sig. Gregory composto di due Specchj concavi e d'una Lente convessa. E in questo pure determineremo i cinque consueti elementi: Vale a dire la Distinzione e la Positura delle Imagini.

LXXI. L'Ingrandimento delle medesime.

LXXII. Il Campo e la Positura a ciò più opportuna dell'Occhio.

LXXIII. Dei Microscopj semplici abbiam già favellato sopra: tra i composti descriveremo il formato con due Lenti convesse, sviluppandone al solito la Teoria ne' suoi cinque Elementi.

LXXIV. Tutte queste Macchine ingegnose hanno per Oggetto di svelarci quelle parti del Mondo, le quali altrimenti per la loro eccessiva o picciolezza o lontananza sfuggirebbono alla troppo limitata penetrazion de' nostri Occhj. E chi

ſa fin dove potremmo arrivare, ſe l'imperfezione di tali ajuti non poneſſe un' oſtacolo ai progreſſi della Scienza? Queſta imperfezione ha due principali motivi: Il primo ſi è, che i Raggi uſciti da un punto ſolo dell'Oggetto, quand'anche ſieno omogenei tra loro, non ſono dalla figura Sferica delle Lenti raccolti eſattamente in un'altro punto, ma reſtano diſperſi in un cerchietto, che chiamaſi l'*Aberrazione di Sfericità*. Ricercheremo qual Miſura abbia un tale cerchietto; *il quale è maggiore quando* la Lente è chiuſa da un Segmento che contenga un numero maggiore di gradi.

LXXV. L'altro motivo che rende imperfetti i Cannocchiali è la diverſa rifrangibilità che ſogliono avere i Raggi uſciti da un punto ſolo dell'Oggetto, in guiſa che cadendo poi ſulla Lente, i più rifrangibili di tali Raggi ſi raccolgon più preſto dei meno rifrangibili; e ſi ſpargono perciò in un cerchietto, di cui prendendo anche ſolo la parte più ſenſibile, rieſce il ſuo Diametro circa la

tre-

trecentesima parte dell' ampiezza lineare dell' Obbiettivo. Chiamasi questa *Aberrazione di Rifrangibilità*, e confonde gli Obbietti posti nell' Asse, e molto più que'che son posti fuori dell'Asse del Cannocchiale, tingendoli con falsi ed avveniticcj colori.

LXXVI. A questi due difetti delle Lenti hanno in passato gli Ottici procurato di ovviare con varj Ripieghi, dei quali narreremo la Storia, dimostrando nello stesso tempo il Teorema seguente, il quale è il fondamento della celebre Tavola Ugeniana (*) intorno alle Misure che debbono darsi alle varie parti di un Cannocchiale: Se l'apertura lineare dell'Obbiettivo, e la Distanza Focale dell'Oculare son come la radice della Distanza Focale dell'Obbiettivo, l'Ingrandimento sarà come la stessa radice, ma la Distinzion dell' Imagine sarà sempre la stessa.

LXXVII. Il promovere da questa parte con miglior frutto i limiti della Diottrica era serbato all' industria del Sig. Dollond,

(*) Hugenii Dioptrica prop. 56.

lond, il quale dopo aver ripetute con maggior esattezza alcune esperienze del Newton, ha saputo con una felice combinazione di due sorte di vetri rimediar prima in gran parte all'Aberrazione di Rifrangibilità (*), e poi all'altra ancora di Sfericità (**). L'Esposizione di questa Scoperta così onorevole per l'età nostra, sarà la Conclusione di questo Elementare Trattato. Nè si saprebbe avvanzar oltre, senza inviluppar ci per lo più nella complicazione di calcoli troppo intricati per potere spiegarci con sole parole: E quanto si è esposto sin quì, basterà forse a somministrare un sicuro fondamento di quanto si potesse ricercare ulteriormente nell'Ottica.

IL FINE.

(*) Transactions Tom. 50. n. 98.
(**) Transactions Tom. 52. n. 4.